

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2001009702 A

(43) Date of publication of application: 16.01.01

(51) Int. Cl

B24B 37/00

C09K 3/14

H01L 21/304

(21) Application number: 11181545

(71) Applicant: TOSHIBA CORP

(22) Date of filing: 28.06.99

(72) Inventor: TATEYAMA YOSHIKUNI  
HIRANO TOMOYUKI

(54) CMP POLISHING METHOD AND  
SEMICONDUCTOR MANUFACTURING DEVICE

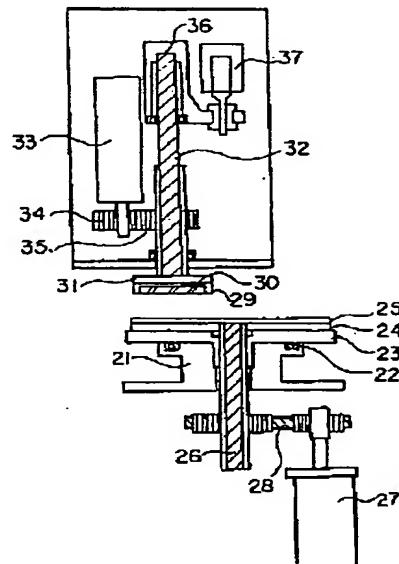
supplied between the wafer fixed to the sucker 31 and  
the polishing cloth 25 to polish the wafer.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide sufficient operation of a polishing particle when a surface active agent separates at polishing time since an absorbing state of the surface active agent to the polishing particle becomes weak physical adsorption by using negatively charged polishing particles as an abrasive for performing chemical mechanical polishing processing, and adding an anionic water soluble high polymer surface active agent.

SOLUTION: A polishing machine receiver 23 is arranged on a stage 21 via a bearing 22, and a polishing machine 24 is installed on it. Polishing cloth 25 for polishing a wafer is stuck on it. A driving shaft 26 is connected to these central part to rotate the polishing machine receiver 23 and the polishing machine 24. This shaft rotates via a rotary belt 28 by a motor 27. The wafer is arranged in a position opposed to the polishing cloth 25, and is fixed to sucking cloth 30 and a template 29 installed on a sucker 31 by vacuum or water filling. A driving stand 36 vertically moves, and an abrasive is



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-9702

(P2001-9702A)

(43) 公開日 平成13年1月16日 (2001.1.16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
B 24 B 37/00		B 24 B 37/00	H 3 C 0 5 8
C 09 K 3/14	5 5 0	C 09 K 3/14	5 5 0 Z
H 01 L 21/304	6 2 1	H 01 L 21/304	5 5 0 D
	6 2 2		6 2 1 D
			6 2 2 D

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全8頁)

(21) 出願番号 特願平11-181545

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(22) 出願日 平成11年6月28日 (1999.6.28)

(72) 発明者 竜山 佳邦

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 平野 智之

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100097629

弁理士 竹村 勇

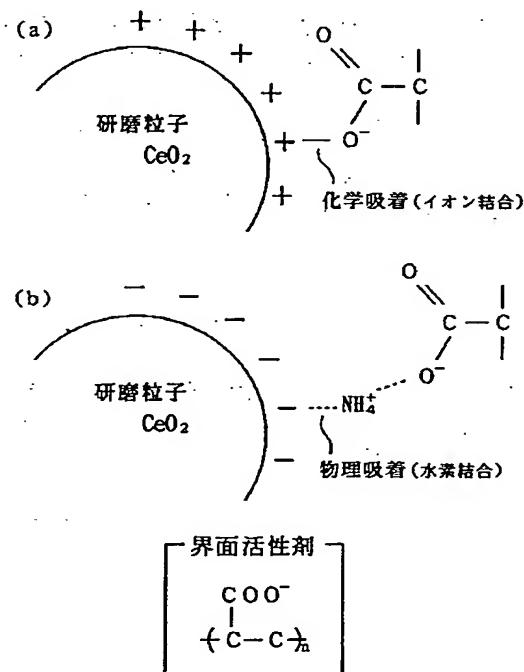
Fターム(参考) 3C058 AA07 AA09 AC01 AC04 CB01  
CB03 CB10 DA02 DA12 DA17

(54) 【発明の名称】 CMP研磨方法及び半導体製造装置

(57) 【要約】

【課題】 界面活性剤の研磨粒子への吸着状態が弱い物理吸着となり、研磨の際に界面活性剤が容易に離脱し、その結果、研磨粒子としての働きが十分得られ、また従来に比べて高い研磨速度が得られ、且つ優れた平坦化特性が同時に得られる半導体基板上の被処理膜をCMP研磨する方法を提供する。

【解決手段】 半導体基板に形成した対するCMP研磨処理を行う研磨剤に負に帯電した研磨粒子を用いるとともに陰イオン性の水溶性高分子界面活性剤を添加する。負に帯電した研磨粒子を用いることにより界面活性剤の研磨粒子への吸着状態が弱い物理吸着(水素結合)となり、研磨の際界面活性剤が容易に研磨粒子から離脱するので、研磨粒子としての働きが十分に得られ従来に比べ高い研磨速度が得られる。また優れた平坦化特性が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板に研磨剤を供給しながら、この半導体基板表面上の凹凸部を有する被研磨膜を研磨定盤の研磨布に押圧して前記被研磨膜を平坦化するCMP研磨方法において、前記研磨剤を構成する研磨粒子として表面電位を負に調整し、さらに前記研磨剤に水溶性高分子からなる界面活性剤を添加することを特徴とするCMP研磨方法。

【請求項2】 前記界面活性剤は、前記半導体基板上に前記研磨剤を供給するときに、前記研磨剤に添加されることを特徴とする請求項1に記載のCMP研磨方法。

【請求項3】 前記研磨粒子には、酸化セリウムもしくは酸化シリコンを用いることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のCMP研磨方法。

【請求項4】 前記研磨粒子に酸化セリウムを用いる場合において、この研磨粒子が含まれる前記研磨剤のpHを7以上にすることを特徴とする請求項3に記載のCMP研磨方法。

【請求項5】 前記研磨粒子に酸化シリコンを用いる場合において、この研磨粒子が含まれる前記研磨剤のpHを9以上にすることを特徴とする請求項3に記載のCMP研磨方法。

【請求項6】 前記水溶性高分子界面活性剤として陰イオン性の高分子界面活性剤を用いることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のCMP研磨方法。

【請求項7】 前記陰イオン性高分子界面活性剤はポリアクリル酸アンモニウム塩又は有機アミン塩であることを特徴とする請求項6に記載の研磨方法。

【請求項8】 表面上に研磨布を固定させた研磨盤と、半導体基板を固定する吸着盤と、前記研磨盤又は前記吸着盤もしくはこの両者を回転させる駆動手段と、前記研磨布に研磨剤を供給する手段と、前記研磨布に供給される研磨剤に陰イオン性の水溶性高分子からなる界面活性剤を添加する手段とを備え、請求項1乃至請求項7のいずれかに記載のCMP研磨方法を実施することを特徴とする半導体製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体基板上の被ポリッシング膜を CMP (Chemical Mechanical Polishing) によりポリッシングして平坦化する CMP 研磨方法に関し、とくにポリッシングに用いる研磨剤に含有される新規な研磨粒子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来 IC や LSI などの半導体装置のウェーハ処理工程において、トレンチやコンタクトホールなどの溝(トレンチ)部に金属、ポリシリコン、シリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) などの任意の材料を埋め込んだ後にその表面を平坦化する方法としてエッチバック RIE

(Reactive Ion Etching) 法が知られている。しかし、このエッチバック RIE 方法は、エッチバックレジストの塗布などの工程が多くなること、ウェーハ表面に RIE ダメージが入りやすいこと、良好な平坦化が難しいこと、また真空系の装置を用いるため、構造が複雑で、危険なエッティングガスを使用することなどから様々な問題点が多い。そこで最近では、半導体基板表面の平坦化方法としてボリッシング装置を利用した前述の CMP 研磨方法がエッチバック RIE に代わって用いられるようになってきた。

【0003】 近年、LSI などの半導体装置の高集積化、高性能化のために様々な微細加工技術が研究・開発されている。前述の CMP 技術は、このような厳しい微細化の要求を満たすために開発が進められている技術の一つであり、とくに層間絶縁膜の平坦化、埋め込み素子分離工程等において必須の技術である。CMP 方法の重要な課題の一つとして、被研磨膜面の平坦化特性があり、これを解決すべく被研磨膜と相互作用が非常に強い有機化合物を研磨剤に加えることでディッシング作用を抑止してきた。しかし、この界面活性剤として加えた有機化合物が研磨粒子へも強く相互作用して研磨粒子の表面を覆い研磨速度を著しく低下させてしまうという問題があった。ボリッシング装置は、研磨布を表面に張り付けモータなどにより回転される研磨盤と、半導体などの基板を回転自在に支持し、回転する基板を研磨盤に押し付ける吸着盤とを備えている。このボリッシング装置を用いて基板をボリッシングするには、回転する基板のボリッシュする面を回転する研磨盤上の研磨布に押し付け、研磨布の加工点に研磨剤を供給しながらボリッシングするのが一般的である。研磨剤に含まれる研磨粒子としては、セリア(酸化セリウム)、シリカ(酸化シリコン)、窒化珪素( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )などが用いられている。ボリッシング装置を用いて、例えば、半導体基板上に形成されたリセス構造に CVD 酸化膜を埋め込みストップ一膜で止めることにより埋め込んだ CVD 酸化膜を完全に平坦化することができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来、ボリッシング装置を用いて半導体基板の被処理膜をボリッシングする CMP 研磨処理を行う場合、半導体基板上の酸化膜などの被処理膜を所定の厚さになるまでボリッシングし、被処理膜の平坦化処理が完了したら半導体基板のボリッシングを止める。そして、研磨剤に代えて水を供給して半導体基板を更に後処理ボリッシングする。これが、1つの半導体基板をボリッシングして表面を平坦化する CMP の全工程である。従来の研磨剤(スラリーともいう)は、セリア(酸化セリウム( $\text{CeO}_2$ ))粒子やシリカ( $\text{SiO}_2$ )粒子を研磨粒子として溶媒である、例えば、純水や超純水に分散して用いられる。この研磨剤には有機化合物からなる界面活性剤を必要に応じて添加

している。このようなCMP研磨処理において、前述のように研磨剤に界面活性剤として加えた有機化合物が研磨粒子へも強く相互作用して研磨粒子の表面を覆い研磨速度を著しく低下させてしまうという問題があった。つまり、図1(a)に示す従来の研磨粒子( $\text{CeO}_2$ )は、表面電位(ゼータ電位ともいう)が正であるので、研磨剤に添加された界面活性剤のマイナス電位を持った有機化合物が研磨粒子の表面を取り囲み、研磨粒子本来の動きを止めてしまう。

【0005】ところでシリコン半導体基板表面や被処理膜或いは半導体基板に付着した研磨粒子の表面が持っているゼータ電位(ζ; Zeta Potential)(固体と液体の界面を横切って存在する電気的ポテンシャル)は、極性を持っている。図9のゼータ電位のpH依存性を説明する特性図にも示されているように、例えば、セリア粒子を研磨粒子とする研磨剤は、pHが7以上であればゼータ電位は負であり、pHが7より小さければセリア粒子のゼータ電位は正である。シリカ粒子を研磨粒子とする研磨剤は、pHが4.8以上であればゼータ電位は負であり、pHが4.8より小さければシリカ粒子のゼータ電位は正である。CMP処理を行うポリッキング装置においては、半導体基板上の被処理膜の種類に応じて様々な研磨剤を用いる。研磨粒子の種類によってそれぞれが持っているゼータ電位が異なっている。ゼータ電位はpH依存性を有している。本発明は、このような事情によりなされたものであり、界面活性剤の研磨粒子への吸着状態が弱い物理吸着となり、研磨の際に界面活性剤が容易に離脱し、その結果、研磨粒子としての働きが十分得られ、また従来に比べて高い研磨速度が得られ、且つ優れた平坦化特性が同時に得られる半導体基板上の被処理膜をCMP研磨する方法及びこの方法を実施する半導体製造装置を提供する。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、半導体基板に形成した対するCMP研磨処理を行う研磨剤に負に帯電した研磨粒子を用いるとともに陰イオン性の水溶性高分子界面活性剤を添加することを特徴としている。負に帯電した研磨粒子を用いることにより界面活性剤の研磨粒子への吸着状態が弱い物理吸着(水素結合)となり、研磨の際界面活性剤が容易に研磨粒子から離脱するので、研磨粒子としての働きが十分に得られ、従来に比べ高い研磨速度が得られる。また優れた平坦化特性が得られる。図1に示すように、従来の研磨粒子( $\text{CeO}_2$ )は表面電位(ゼータ電位)が正であるので(図1(a))、研磨剤に添加された界面活性剤はイオン結合で研磨粒子の表面を取り囲み、研磨粒子本来の動きを止めてしまうため研磨粒子本来の機能を果たすことができなかった。しかし、表面電位(ゼータ電位)を負に保った本発明の研磨剤( $\text{CeO}_2$ )は界面活性剤が水素結合で吸着されている(図1(b))。この吸着は物理的な

吸着であり、結合力が化学的な結合より弱い。この研磨剤を用いて図10に記載されたCMPポリッキング装置でCMP研磨を行ったときのメカニズムについて説明する。

【0007】図11は、ポリッキング装置の研磨布(研磨パッドともいう)を半導体基板に当接したときの状態を示す断面図である。シリコン半導体基板20の上には、CVD(Chemical Vapour Deposition)などにより形成されたシリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )などの層間絶縁膜40が形成されている。この層間絶縁膜40の平坦化された表面にアルミニウムなどの金属配線パターン41が形成されている。この金属配線パターン41を被覆するようにCVDなどにより形成されたシリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )などの層間絶縁膜42が堆積されている。この層間絶縁膜42は、金属配線パターン41が被覆されているので、図に示すように表面が凹凸であり、この上にさらに配線パターンを形成するためには平坦化処理が必要である。そのためには図10に示すポリッキング装置の研磨布25を用いて表面をポリッキングする。このとき用いる研磨剤は、純水や超純水などの溶媒に研磨粒子としてセリア(酸化セリウム)粒子を分散させて形成される。研磨剤には研磨粒子を均一に分散させるために陰イオン性の高分子界面活性剤を添加する。界面活性剤を添加することにより研磨粒子は、前記界面活性剤に囲まれている。界面活性剤に囲まれても、研磨粒子の表面電位(ゼータ電位)は負であるので界面活性剤と研磨粒子とは物理的な吸着により結合されている。

【0008】したがって、その結合力は従来の研磨粒子と界面活性剤との結合である化学的な結合より弱い。そのため、研磨粒子43と界面活性剤44を有する研磨剤を介在させて研磨布25を用いて層間絶縁膜42の表面をポリッキングすると、層間絶縁膜42の表面の凹部には界面活性剤44が存在して研磨粒子43が層間絶縁膜42の表面に接することはない。ところが、配線パターン41が被覆された上部の凸部の角部には研磨布25の小さな押圧力により界面活性剤44がこの角部から遠ざけられる。したがって、研磨粒子43は直接角部に接し、この部分から先にポリッキングされていく。その結果凸部のみ先にポリッキングされていくので結局平坦化が効率良く行われる。平坦化が進めば研磨粒子43と層間絶縁膜42の表面との間の全面に界面活性剤44が介在しているので一様にポリッキングが遅れてポリッキングが終了する。

【0009】本発明のCMP研磨方法は、半導体基板に研磨剤を供給しながら、この半導体基板表面上の凹凸部を有する被研磨膜を研磨定盤の研磨布に押圧して前記被研磨膜を平坦化するCMP研磨方法において、前記研磨剤を構成する研磨粒子として表面電位を負に調整し、さらに前記研磨剤に水溶性高分子からなる界面活性剤を添加することを特徴としている。前記界面活性剤は、前記

半導体基板上に前記研磨剤を供給するときに、前記研磨剤に添加されるようにしても良い。前記研磨粒子には、酸化セリウムもしくは酸化シリコンを用いるようにしても良い。前記研磨粒子に酸化セリウムを用いる場合において、この研磨粒子が含まれる前記研磨剤のpHを7以上にするようにしても良い。前記研磨粒子に酸化シリコンを用いる場合において、この研磨粒子が含まれる前記研磨剤のpHを5以上にもしても良い。前記水溶性高分子界面活性剤として陰イオン性の高分子界面活性剤を用いるようにしても良い。前記陰イオン性の高分子界面活性剤は、ポリアクリル酸アンモニウム塩又は有機アミンを用いても良い。

【0010】本発明の半導体製造装置は、表面に研磨布を固定させた研磨盤と、半導体基板を固定する吸着盤と、前記研磨盤又は前記吸着盤もしくはこの両者を回転させる駆動手段と前記研磨布に研磨剤を供給する手段と、前記研磨布に供給される研磨剤に陰イオン性の水溶性高分子からなる界面活性剤を添加する手段とを備え、本発明のCMP研磨方法を実施することを特徴としている。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して発明の実施の形態を説明する。まず、図10を参照して本発明のCMP法を実施するポリッキング装置を説明する。図は、そのポリッキング装置の断面図である。ステージ21上にペアリング22を介して研磨盤受け23が配置されている。この研磨盤受け23上には研磨盤24が取り付けられている。この研磨盤24の上にはウェーハ(半導体基板)をポリッキングする研磨布25が張り付けられている。研磨盤受け23及び研磨盤24を回転させるためにこれらの中間に駆動シャフト26が接続されている。この駆動シャフト26は、モーター27により回転ベルト28を介して回転される。一方、ウェーハ20は、研磨布25と対向する位置に配置され、真空又は水張りなどにより吸着盤31に取り付けられた吸着布30及びテシプレート29に固定されている。

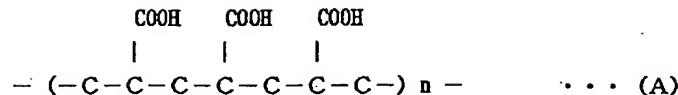
【0012】この吸着盤31は、駆動シャフト32に接続されている。また、この駆動シャフト32は、モーター33によりギア34及び35を介して回転される。駆動シャフト32は、駆動台36に固定されている。また、駆動台36はシリンド37に取り付けられ、このシリンド37による上下の移動に伴い、駆動台36は、上下し、これにより吸着盤31に固定されたウェーハ20と研磨布25の間には研磨剤が供給される。これによりウェーハ20のポリッキングが行われる。前記ポリッキング装置では、このような構造により、シリンド37による上下の移動にともない、駆動台36が上下し、吸着盤31に固定されたウェーハ20と研磨布25との間には目的とする被処理膜に応じた様々な種類の研磨剤が選択されて研磨布25の加工点に供給される。ポリッキン

グは、例えば、100 rpm程度で回転する研磨盤24の上にウェーハ20が押し付けられて行われる。研磨盤24の回転数は、20~200 rpmであり、押し付け圧力は、50~500 g/cm<sup>2</sup>である。

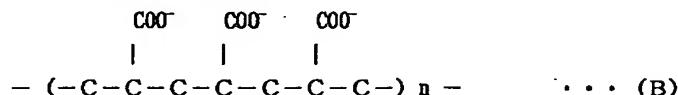
【0013】図2は、図10に記載されたポリッキング装置の研磨剤供給手段を説明したポリッキング装置の部分拡大断面図である。この実施例では、研磨剤が加工点に供給される直前に界面活性剤活性剤が添加される。回転する研磨盤24に支持された研磨布25上の加工点近傍に研磨剤を供給する手段として研磨剤タンク40に連結されたパイプ41に接続された研磨剤供給ノズルが配置されている。また、界面活性剤を研磨剤に添加する手段として界面活性剤タンク45に連結されたパイプ46が研磨布25の上に配置され、このパイプ46が研磨布25上の研磨剤供給ノズルに接続されている。このような構成により、界面活性剤は、研磨剤を使用する直前に添加されるので、研磨剤の変質やpHの変化が防止される。界面活性剤は、水などの溶媒に溶かされた溶液の状態(界面活性剤の含有量は、30 wt%)で研磨剤に添加される。研磨布25に供給される時の研磨剤の界面活性剤の含有量は、0.5~5.0 wt%好ましくは1.0~1.5 wt%が適当である。パイプ41からの研磨剤供給量は、200 ml/minであり、パイプ46からの界面活性剤供給量は、6.2 ml/minである。

【0014】この実施例では研磨剤は、研磨粒子としてセリア粒子を用いているが、本発明では、負の表面電位を有する研磨粒子を発明の構成要素としているのであり、したがって、セリア粒子に限らず、例えば、シリカ(酸化シリコン)粒子などを用いることができる。研磨粒子は0.2 μmの粒子径を有し、研磨剤に添加された時のpHは8.5である。また研磨剤における含有量は、0.5 wt%である。一方、従来のCMP研磨方法における研磨剤の研磨粒子(セリア粒子)は、粒子径が0.2 μm、pHが5.5、研磨粒子の研磨剤に対する含有量は3.0 wt%である。研磨粒子の表面電位(ゼータ電位)は図9に示すように研磨剤のpHに依存している。図9の縦軸は、研磨粒子(セリア)のゼータ電位(mV)を表わし、横軸は、研磨剤のpHを表わしている。図に示すように研磨剤のpHが7を越えるとセリア粒子は、表面電位が負になり、本発明の研磨粒子として用いられる。また、シリカ粒子は、研磨剤のpHが4.8を越えると表面電位が負になり、したがって、この範囲で本発明の研磨粒子として用いられる。

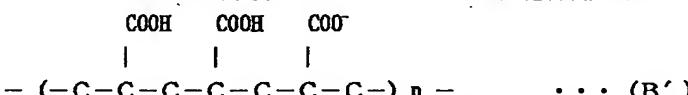
【0015】本発明において、セリア粒子の研磨剤に対する添加量は、安定した研磨が可能になるので、0.1~3 wt%が適当である。この実施例に用いられる陰イオン性の高分子界面活性剤としては、例えば、ポリアクリル酸をアンモニアで一部乃至完全中和したポリアクリル酸アンモニウムがある。ここで用いるポリアクリル酸は、次式(A.)で表わされる。



このポリアクリル酸 (A) にアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) を加えて完全に中和すると、次式 (B) で表わされるアンモニウム塩が形成される。



【0016】このアンモニウム塩 (B) は、完全に中和されている (中和度 1.0) が、次式 (B') で表わされる中和度がほぼ 0.33 のアンモニウム塩も本発明の



界面活性剤は、上記陰イオン性の高分子化合物からなり、純水もしくは超純水などの溶媒にとけた溶液の状態で使用される。この実施例では高分子化合物であるアンモニウムポリアクリレートの分子量は、3000であり、その溶液に対する含有量は、30wt%である。また、界面活性剤のpHは、5.5~6.0である。本発明のCMP研磨方法に用いられる研磨剤は、このように負の表面電位を有する研磨粒子、陰イオン性の高分子化合物からなる界面活性剤及び溶媒から構成され、研磨粒子がポリッキングレートを向上させ、界面活性剤がディッシング量を減少させる作用を行う。

【0017】次に、図3を参照して高分子化合物（アンモニウムポリアクリレート）の中和度の違いによる界面活性剤としての特性の変化を説明する。縦軸は、半導体基板上のスペース  $300\mu\text{m}$  の配線を被覆する絶縁膜 ( $\text{SiO}_2$ ) をポリッキングしたときのディッシング量 ( $\text{nm}$ ) を表わし、横軸は、平坦化がなされた後の絶縁膜に対するポリッキングレート ( $\text{nm}/\text{min}$ ) を表わしている。中和度がどのような値であっても正の表面電位（ゼータ電位）を有する従来の研磨粒子を用いた研磨剤を使用した場合に比較してディッシング量は低下している。しかし、中和度が大きいと絶縁膜が CMP により平坦化されてもポリッキングレートが下がらず、ポリッキングが進んでしまう。また中和度が低いと異常ポリッキング領域に入ってしまい、正常なポリッキングができないことになる。以上のことを考慮すると、中和度の好ましい範囲は、0.6から0.94が適当である。また、中和度は、不純物として含まれるNa、K等のアルカリ金属イオンにも影響される。したがって、Na、K等のアルカリ金属の総量は、30ppm以下が好ましく、10ppm以下が適当である。

【0018】次に、図4及び図5を参照して本発明の研磨剤を用いて行われるCMP研磨方法の作用効果を説明する。図4は、CMP研磨によるポリッキングを行った後の絶縁膜の状態を説明する配線パターンが形成された半導体基板の断面図、図5は、本発明の方法に用いる研

界面活性剤として用いられる。また、中和に用いるアルカリ性化合物として有機アミンも用いられる。（中和度 = アルカリ性化合物 / カルボン酸の当量比）

磨剤と従来の研磨粒子を用いた研磨剤との作用効果の違いを説明する特性図である。縦軸は、ポリッキング後の高密度配線領域の厚さと低密度配線領域の厚さの差を示す段差 ( $\text{nm}$ ) を表わし、横軸は、ポリッキング時間 ( $\text{min}$ ) を表わしている。図4において、シリコンなどの半導体基板50上にはシリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) などの第1の絶縁膜51が形成されている。この絶縁膜の平坦化された表面にはアルミニウムなどの配線パターン52が形成されている。半導体基板の高密度配線領域 (I) にはライン幅  $300\mu\text{m}$ 、配線間隔  $30\mu\text{m}$  ( $L/S = 300/30\mu\text{m}$ ) の高密度配線パターン521が形成されている。低密度配線領域 (II) には  $L/S = 30/300\mu\text{m}$  の低密度配線パターンが形成されている。配線パターン52を被覆するように第1の絶縁膜51上にシリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) などの第2の絶縁膜53が形成されている。

【0019】本発明のCMP研磨は、この第2の絶縁膜53に対して行われる。CMP研磨により第2の絶縁膜を53をポリッキングすると、CMP前は実線で示すように凹凸が著しかったのにCMP後は、点線に示すように平坦化されるが、配線パターンの少ない低密度配線領域 (II) の方が高密度配線領域 (I) よりポリッキングレートが大きいので、両領域の間には段差Sが生じる。しかし、本発明の研磨剤を用いればポリッキングレートが増加するので短時間で処理が終了し、凸部に対するポリッキング処理が効率的に行うことができるので、平坦化処理の能力が向上する。図5におけるA (-●-) は、本発明の研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線、B (-○-) は、従来の正の表面電位を有する研磨粒子（セリア粒子）を含んだ研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線、C (-■-) は、従来の正の表面電位を有する研磨粒子（シリカ粒子）を含んだ研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線である。この特性図から本発明のCMP研磨方法によれば、ポリッキング時間は、短くなり、低

密度配線領域と高密度配線領域との間に生ずる段差Sは著しく小さくなり、平坦性が十分維持される。

【0020】次に、図6を参照して本発明のCMP研磨方法によって得られるディッシング量の減少効果を説明する。図6は、本発明の方法に用いる研磨剤と従来の研磨粒子を用いた研磨剤との作用効果の違いを説明する特性図である。縦軸は、図4に示される絶縁膜53のディッシング量(D)(nm)を表わし、横軸は、ポリッキング後の高密度配線領域の厚さと低密度配線領域の厚さとの差を示す段差(S)を表わしている。図6におけるA(—●—)は、本発明の研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線、B(—○—)は、従来の正の表面電位を有する研磨粒子(セリア粒子)を含んだ研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線C(—■—)は、従来の正の表面電位を有する研磨粒子(シリカ粒子)を含んだ研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線である。この特性図から、本発明のCMP研磨方法によれば、従来の研磨方法では大きかったディッシング量(D)は少なくなり、低密度配線領域と高密度配線領域との間に生ずる段差(S)は著しく小さくなつて平坦性が十分維持されることがわかる。

【0021】次に、図7を参照して本発明のCMP研磨方法によって得られるポリッキングの安定性を説明する。図7は、本発明の方法に用いる研磨剤と従来の研磨粒子を用いた研磨剤との作用効果の違いを説明する特性図である。縦軸は、図4に示される絶縁膜53の低密度配線領域(II)の配線パターン522上のポリッキング量(除去量)(R)(nm)を表わし、横軸は、ポリッキング時間(min)を表わしている。図7におけるA(—●—)は本発明の研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線、B(—○—)は、従来の正の表面電位を有する研磨粒子(セリア粒子)を含んだ研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線C(—■—)は、従来の正の表面電位を有する研磨粒子(シリカ粒子)を含んだ研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線である。この特性図から、本発明のCMP研磨方法によれば、従来の方法では所定量のポリッキングが行われた後もポリッキングが進んでオーバーポリッキングになる傾向になり、しかもポリッキング時間が長いのに対し、本発明の方法では、ポリッキング時間が短くなると共に、ポリッキング終了後はポリッキングがそれ以上進まないので、オーバーポリッキングが無く、平坦性が十分維持されることがわかる。

【0022】次に、図8を参照して図11において説明した研磨布が半導体基板に及ぼす影響について説明する。図8は、研磨布が半導体基板を押圧する押圧力とポリッキングレートとの相互関係を示す特性図である。縦

軸は、ポリッキングレート(nm/min)を表し、横軸は、押圧力(kPa)を表している。Aは、本発明の研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線、Bは、従来の正の表面電位を有する研磨粒子(セリア粒子)を含み界面活性剤を含む研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線、Cは、従来の正の表面電位を有する研磨粒子(シリカ粒子)を含み、界面活性剤を添加しない研磨剤を用いて行ったCMP研磨方法によるポリッキング特性を示す特性線である。研磨剤に界面活性剤を添加しない従来のCMP研磨では、研磨布25の押圧力は、直接研磨粒子43に影響を及ぼすので、特性線Cに示すように、押圧力に比例してポリッキングレートが変化する。ところが研磨剤に界面活性剤が添加されると研磨粒子の有するポリッキング作用が制動されてポリッキングレートは低下するが、研磨布の押圧力がある臨界点を越えると、界面活性剤は排除され直接半導体基板と研磨粒子が接触するようになる(特性線B)。

【0023】本発明の研磨剤は、物理的な吸着力により研磨粒子と界面活性剤とが接合しているので両者の接離の作用が敏感であり、特性線Aに示すように、界面活性剤が研磨粒子から排除された後、つまり、臨界点以降のポリッキング特性は大きくなる。本発明のポリッキングが特性線Aのように作用するのでそのポリッキング特性は著しく安定化し、良好な平坦化特性させることができる。

#### 【0024】

【発明の効果】本発明では、良好な平坦化特性を得るために研磨液に水溶性高分子界面活性剤を添加するが、負に帶電した研磨粒子を用いた研磨液に陰イオン性の界面活性剤を添加することにより、界面活性剤の研磨粒子への吸着状態が弱い物理吸着(水素結合)となって、研磨の際容易に離脱する。その結果、研磨粒子としての働きが十分得られ従来に比べて高い研磨速度と優れた平坦化特性が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明及び従来の界面活性剤を吸着する研磨粒子の模式平面図。

【図2】本発明のCMP研磨方法を実施するポリッキング装置の部分断面図。

【図3】高分子化合物(アンモニウムポリアクリレート)の中和度の違いによる界面活性剤としての特性の変化を説明する特性図。

【図4】配線パターンを被覆する絶縁膜をポリッキングする方法を説明する半導体基板の断面図。

【図5】本発明の方法に用いる研磨剤と従来の研磨粒子を用いた研磨剤との作用効果の違いを説明する特性図。

【図6】本発明の方法に用いる研磨剤と従来の研磨粒子を用いた研磨剤との作用効果の違いを説明する特性図。

【図7】本発明の方法に用いる研磨剤と従来の研磨粒子

を用いた研磨剤との作用効果の違いを説明する特性図。

【図8】研磨布が半導体基板を押圧する押圧力とポリッシングレートとの相互関係を示す特性図である。

【図9】研磨粒子の表面電位(ゼータ電位)のpH依存性を説明する特性図。

【図10】本発明のCMP研磨方法を実施するポリッシング装置の断面図。

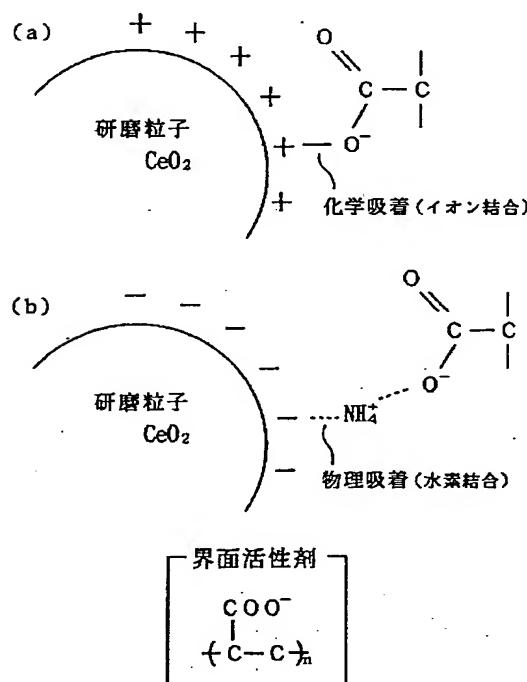
【図11】ポリッシング装置の研磨布(研磨パッド)を半導体基板に当接したときの状態を示す断面図。

【符号の説明】

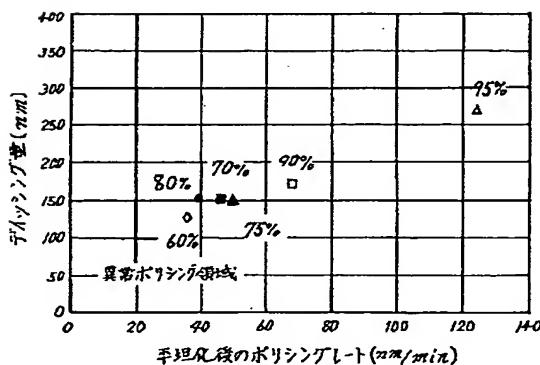
20···ウェーハ(半導体基板)、21···ステージ、22···ペアリング、23···研磨盤受

け、24···研磨盤、25···研磨布、26···駆動シャフト、27···モーター、28···回転ベルト、29···テンプレート、30···吸着布、31···吸着盤、32···駆動シャフト、33···モーター、34、35···ギア、36···駆動台、37···シリンド、40、42、51、53···絶縁膜、41、52···配線パターン、43···研磨粒子、44···界面活性剤、45···界面活性剤タンク、46···界面活性剤供給パイプ、47···研磨剤タンク、48···研磨剤供給パイプ、521···高密度配線パターン、522···低密度配線パターン。

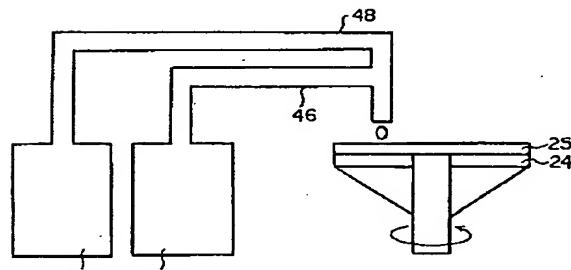
【図1】



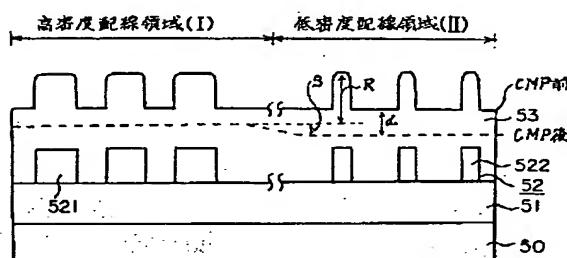
【図3】



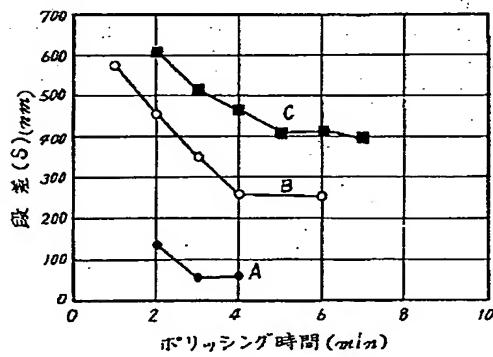
【図2】



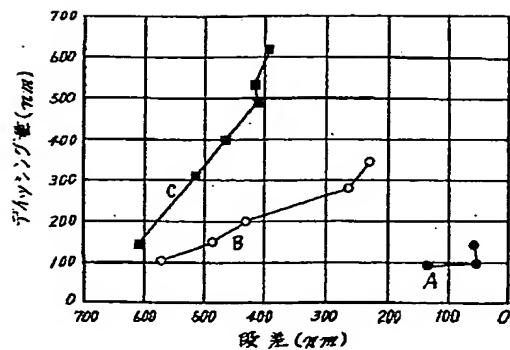
【図4】



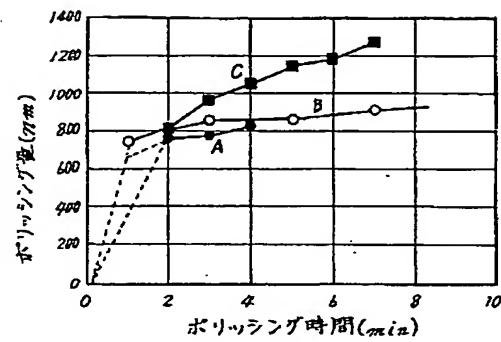
【図5】



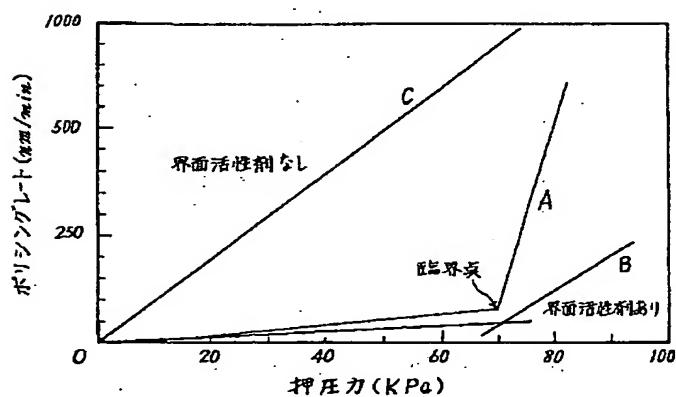
【図6】



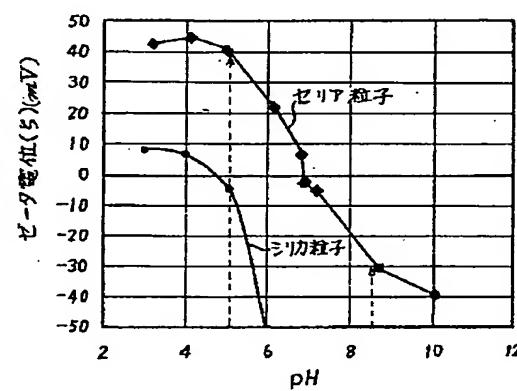
【図7】



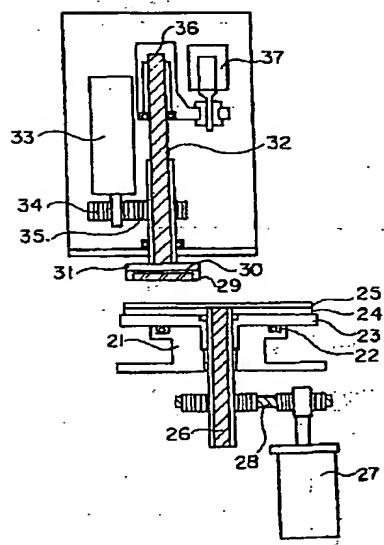
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

